

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-239853

(43)Date of publication of application : 04.09.2001

(51)Int.Cl.

B60K 17/356  
 B60K 17/04  
 B60K 17/34  
 B60L 11/14  
 B60L 15/20  
 F02D 29/02  
 F02D 29/06  
 F02D 45/00  
 // B60K 6/02

(21)Application number : 2000-057194

(22)Date of filing : 02.03.2000

(71)Applicant : HITACHI LTD

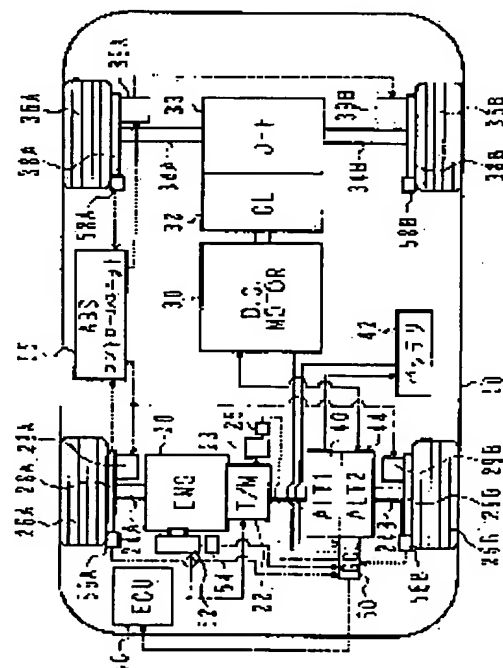
(72)Inventor : INNAMI TOSHIYUKI  
 FUKASAKU YOSHINORI  
 MASUNO KEIICHI  
 MAEDA YUJI  
 YAMAMOTO TATSUYUKI  
 TAJIMA SUSUMU  
 SHIMIZU HISAYA  
 NISHIDATE KEISUKE

## (54) ELECTRIC FOUR-WHEEL DRIVE DEVICE FOR VEHICLE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electric four-wheel drive device capable of suppressing a roll-back and providing the starting performance of a low  $\mu$  slope road.

**SOLUTION:** A front wheel axle 24 is driven by an engine 20, and a rear wheel axle 34 is driven by a motor 30. A GCU 60 drives the motor with output signals from rotating sensors 56 and 58 when the roll-back state of a vehicle is detected so as to suppress the roll-back state. In addition, the GCU 60 drives the motor with the output signals from the rotating sensors 56 and 58 when the roll-back state is detected on the low  $\mu$  slope road when the roll-back state of the vehicle is detected on a low  $\mu$  slope road while the vehicle cause a spinning so as to suppress the roll-back state in order to assure the starting performance of the low  $\mu$  slope road.



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]An electric four-wheelp-drive device for vehicles characterized by comprising the following.

The 1st axle driven with an engine.

A control means which drives the above-mentioned electric motor and controls a rollback state in an electric four-wheelp-drive device for vehicles which carries out drive controlling of the four-wheelp-drive vehicles which have the 2nd axle driven with an electric motor when a rollback state of the above-mentioned vehicles is detected.

[Claim 2]While driving with the above-mentioned engine, in the electric four-wheelp-drive device for vehicles according to claim 1, equip the above-mentioned electric motor with a dynamo which supplies electric power, and the above-mentioned control means, An electric four-wheelp-drive device for vehicles controlling output voltage of the above-mentioned dynamo and controlling a rollback state if a rollback state is detected.

[Claim 3]An electric four-wheelp-drive device for vehicles, wherein the above-mentioned control means detects a rollback state in the electric four-wheelp-drive device for vehicles according to claim 1 when vehicles retreat in spite of transmitting engine driving force to the 1st axle of the above.

[Claim 4]An electric four-wheelp-drive device for vehicles, wherein it has a rotation sensor which detects a hand of cut of the above-mentioned axle in the electric four-wheelp-drive device for vehicles according to claim 3 and the above-mentioned control means detects that vehicles are retreating with an output signal of the above-mentioned rotation sensor.

[Claim 5]In the electric four-wheelp-drive device for vehicles according to claim 3, the above-mentioned control means, In an automatic transmission vehicle, In [ detect that engine driving force is transmitted to the 1st axle when a shift position is a drive range, and ] a manual transmission vehicle, An electric four-wheelp-drive device for vehicles which a shift position is an advance position and is characterized by detecting that engine driving force is transmitted to the 1st axle by connecting a clutch.

[Claim 6]An electric four-wheelp-drive device for vehicles characterized by comprising the following.

The 1st axle driven with an engine.

A control means which drives the above-mentioned electric motor and controls a rollback state in an electric four-wheelp-drive device for vehicles which carries out drive controlling of the four-wheelp-drive vehicles which have the 2nd axle driven with an electric motor when a rollback state in a low mu road slope of the above-mentioned vehicles is detected.

[Claim 7]While driving with the above-mentioned engine, in the electric four-wheelp-drive device for vehicles according to claim 6, equip the above-mentioned electric motor with a dynamo which supplies electric power, and the above-mentioned control means, An electric four-wheelp-drive device for vehicles controlling output voltage of the above-mentioned dynamo and controlling a rollback state if a rollback state in a low mu road slope is detected.

[Claim 8]In the electric four-wheelp-drive device for vehicles according to claim 6, the above-mentioned control means, An electric four-wheelp-drive device for vehicles detecting a rollback state in a low mu road slope when a wheel of the 1st axle of the above has started spin while vehicles retreat, in spite of transmitting engine driving force to the 1st axle of the above.

[Claim 9]In the electric four-wheelp-drive device for vehicles according to claim 8, have a rotation sensor which detects revolving speed of the above-mentioned axle, and the above-mentioned control means, An electric four-wheelp-drive device for vehicles characterized by detecting having started spin according to number of rotations of the 1st axle of the above being larger than number of rotations of the 2nd axle with an output signal of the above-mentioned rotation sensor.

[Claim 10]In the electric four-wheelp-drive device for vehicles according to claim 6, have a rotation sensor which detects revolving speed of the 2nd axle of the above, and the above-mentioned control means, An electric four-wheelp-drive device for vehicles controlling to suppress an output of the above-mentioned electric motor while detecting a slip condition of the 2nd axle, when revolving speed changed from a history of revolving speed of the 2nd axle rapidly.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the electric four-wheelp-drive device for vehicles which drives four flowers of vehicles using an engine and an electric motor.

[0002]

[Description of the Prior Art]As a conventional four-wheel drive car, the mechanical four-wheel drive car driven with the driving force from an engine four flowers is known. By using all four flowers of vehicles as a driving wheel, the performance traverse in low mu roads, such as a bad bad road of the state of a road surface and a snowy road, can be raised. However, since the mechanical four-wheel drive car cannot do a two-wheel-drive vehicle and a under carriage in common, the electric four-wheelp-drive system which has independently an axle driven with an engine and an axle driven with an electric motor is proposed, for example as indicated to JP,7-231508,A.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, in the system indicated to conventional JP,7-231508,A, when departing on a slope, the phenomenon (a "rollback" is called hereafter) in which vehicles retreat depending on the inclination of a slope may occur, and there was a problem that a driver sensed an awful feeling to a sudden retreat.

[0004]In the system indicated to conventional JP,7-231508,A, when departing on a low mu road slope like the slope covered with snow, the axle driven with an engine may slip and there was a problem that the start performance in a low mu road slope was not obtained.

[0005]The 1st purpose of this invention is to provide the electric four-wheelp-drive device for vehicles which can suppress a rollback phenomenon.

[0006]The 2nd purpose of this invention is to provide the electric four-wheelp-drive device for vehicles with which the start performance in a low mu road slope is obtained.

[0007]

[Means for Solving the Problem](1) In order to attain the 1st purpose of the above, this invention, In an electric four-wheelp-drive device for vehicles which carries out drive controlling of the four-wheelp-drive vehicles which have the 1st axle driven with an engine, and the 2nd axle driven with an electric motor, When a rollback state of the above-mentioned vehicles is detected, it has a control means which drives the above-mentioned electric motor and controls a rollback state. By this composition, a rollback phenomenon can be suppressed in an electric four-wheel drive car.

[0008](2) In the above (1), preferably, while driving with the above-mentioned engine, the above-mentioned electric motor is equipped with a dynamo which supplies electric power, and if a rollback state is detected, the above-mentioned control means will control output voltage of the above-mentioned dynamo, and will control a rollback state.

[0009](3) In the above (1), preferably, in spite of transmitting engine driving force to the 1st axle of the above, the above-mentioned control means detects a rollback state, when vehicles retreat.

[0010](4) In the above (3), it has preferably a rotation sensor which detects a hand of cut of the above-mentioned axle, and the above-mentioned control means detects that vehicles are retreating with an output signal of the above-mentioned rotation sensor.

[0011](5) In the above (3), preferably the above-mentioned control means, In an automatic transmission vehicle, In [ detect that engine driving force is transmitted to the 1st axle when a shift position is a drive range, and ] a manual transmission vehicle, A shift position is an advance position and it detects that engine driving force is transmitted to the 1st axle by connecting a clutch.

[0012](6) In order to attain the 2nd purpose of the above, this invention, In an electric four-wheelp-drive device for vehicles which carries out drive controlling of the four-wheelp-drive vehicles which have the 1st axle driven with an engine, and the 2nd axle driven with an electric motor, When a rollback state in a low mu road slope of the above-mentioned vehicles is detected, it has a control means which drives the above-mentioned electric motor and controls a rollback state. By this composition, start performance in a low mu road slope is obtained in an electric four-wheel drive car.

[0013](7) While driving with the above-mentioned engine, in the above (6), equip the above-mentioned electric motor with a dynamo which supplies electric power preferably, and the above-mentioned control means, If a rollback state in a low mu road slope is detected, output voltage of the above-mentioned dynamo will be controlled and a rollback state will be controlled.

[0014](8) In the above (6), preferably the above-mentioned control means, In spite of transmitting engine driving force to the 1st axle of the above, while vehicles retreat, when a wheel of the 1st axle of the above has started spin, a rollback state in a low  $\mu$  road slope is detected.

[0015](9) In the above (8), have preferably a rotation sensor which detects revolving speed of the above-mentioned axle, and the above-mentioned control means, An output signal of the above-mentioned rotation sensor detects having started spin according to number of rotations of the 1st axle of the above being larger than number of rotations of the 2nd axle.

[0016](10) In the above (6), have preferably a rotation sensor which detects revolving speed of the 2nd axle of the above, and the above-mentioned control means, When revolving speed changed from a history of revolving speed of the 2nd axle rapidly, while detecting a slip condition of the 2nd axle, it is made to control to suppress an output of the above-mentioned electric motor.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the composition and operation of the electric four-wheelp-drive device for vehicles by one embodiment of this invention are explained using drawing 1 - drawing 9. First, drawing 1 is used and the entire configuration of the four-wheelp-drive vehicles using the electric four-wheelp-drive device for vehicles by this embodiment is explained. It is a system configuration figure showing the entire configuration of the four-wheelp-drive vehicles using the electric four-wheelp-drive device for vehicles by one embodiment of this invention using drawing 1.

[0018] The four-wheelp-drive vehicles 10 are provided with the engine 20 and the direct current motor 30. Via the transmission 22 and the 1st axle 24A and 24B, the driving force of the engine 20 is transmitted to the front wheels 26A and 26B, and drives the front wheels 26A and 26B. Via the clutch 32, the differential gear 33, and the 2nd axle 34A and 34B, the driving force of the direct current motor 30 is transmitted to the rear wheels 36A and 36B, and drives the rear wheels 36A and 36B. If the differential gear 33 and the clutch 32 are connected, the torque of the direct current motor 30 will be told to the rear wheel shafts 34A and 34B via the clutch 32 and the differential gear 33, and will drive the rear wheels 36A and 36B. If the clutch 32 separates, the direct current motor 30 will be mechanically separated from the rear wheel 36A and B [ 36 ] side, and the rear wheels 36A and 36B will not tell driving force to a road surface. The DC shunt-wound motor with an easy change or separate excitation direct current motor of the normal rotation inversion is used for the direct current motor 30, for example.

[0019] Although the above explanation explains as four-wheelp-drive vehicles which drive the front wheels 26A and 26B with the engine 20, and drive the rear wheels 36A and 36B with the direct current motor 30, A front wheel is driven with a direct current motor, and it may be made to drive a rear wheel with an engine, and can apply also to a pulling vehicle like vehicles of six or more flowers like a track, and a trailer.

[0020] In an engine room, the dynamo 40 for auxiliary machinery (ALT1) and the accessory battery 42 which perform the usual charge power generation system are arranged, and the output of the dynamo 40 for auxiliary machinery by which belt driving is carried out with the engine 20 is accumulated in the accessory battery 42. Near the dynamo 40 for auxiliary machinery, the high-output dynamo 44 for a drive (ALT2) by which belt driving is carried out with the engine 20 is allocated. The direct current motor 30 drives with the output of the high-output dynamo 44 for a drive. The dynamo 40 for auxiliary machinery is a common dynamo (12V and about 2 kW), for example, and the high-output dynamo 44 for a drive is a dynamo with which high power is obtained compared with the dynamo 40 for auxiliary machinery, for example, is a dynamo (36V and about 6 kW).

[0021] The output of the engine 20 is controlled by the electronically controlled throttle 52 driven by the instructions from the engine control unit (ECU) 50. The accelerator opening sensors 54 are formed in the electronically controlled throttle 52, and an accelerator opening is detected to it. When using the accelerator pedal and throttle of MEKARINKU instead of an electronically controlled throttle, accelerator opening sensors can be formed in an accelerator pedal. ECU50 controls the transmission 22. The transmission 22 is an automatic transmission, and automatic control is carried out so that it may become gear ratio with the selected select lever 23. The position of the select lever 23 is detected by the gear position detection sensor 25. Manual transmission may be used as the transmission 22.

[0022] With the brakes 28A, 28B, 38A, and 38B provided in each wheel of the front wheels 26A and 26B and the rear wheels 36A and 36B. The anti-lock brake (ABS) actuators 29A, 29B, 39A, and 39B controlled by the anti-lock brake (ABS) control unit 55 are formed. The rotation sensors 56A, 56B, 58A, and 58B which detect revolving speed and a hand of cut are formed in each wheel of the front wheels 26A and 26B and the rear wheels 36A and 36B. Although the rotation sensors 56A, 56B, 58A, and 58B are formed for every wheel, they may be arranged on both a knuckle spindle, and both [ one side or ].

[0023] The generator output voltage control circuit (GCU) 60 for a drive, With the revolving speed of the wheels 26A, 26B, 36A, and 36B and the information on a hand of cut, and the accelerator opening sensors 54 which were detected by the rotation sensors 56A, 56B, 58A, and 58B. The run state of vehicles is judged based on the information on the detected accelerator opening, the information on the gear position detected by the gear position detection sensor 25, etc., and the high-output dynamo 44 for a drive and the direct current motor 30 are controlled based on this judgment. The details of control by GCU60 are later mentioned using drawing 3.

[0024] Next, the composition of the electric four-wheelp-drive device for vehicles by this embodiment is explained using drawing 2. Drawing 2 is a block diagram showing the composition of the electric four-wheelp-drive device for vehicles by one embodiment of this invention, and shows the electric power supply and the example of circuitry of control relationship. Drawing 1 and identical codes show identical parts. In the connection during the block in a

figure, the solid line shows connection of the electric power supply, and the dashed line shows connection of control relationship.

[0025]In the generator output voltage control circuit (GCU) 60 for a drive. With the revolving speed of the wheels 26A, 26B, 36A, and 36B and the information on a hand of cut, and the accelerator opening sensors 54 which were detected by the rotation sensors 56A, 56B, 58A, and 58B. The information on the detected accelerator opening and the information on the gear position detected by the gear position detection sensor 25 input.

[0026]GCU60 controls the direct current motor 30 by controlling the output voltage of the high-output dynamo 44 based on these information by outputting the command value of output voltage to the high-output dynamo 44 for a drive (ALT2). He is trying for GCU60 to improve the fall of the response by trying to control the direct current motor 30 directly, and controlling the direct current motor 30 by the high-output dynamo 44 by controlling the field current sent through the field winding 31 of the direct current motor 30.

[0027]The generator output voltage control circuit (GCU) 60 for a drive is provided with the following.  
I/O circuit 61.

A/D converter 62.

Microprocessor (MPU) 63.

The I/O circuit 64, H bridge driver 65, and the H bridged circuit 66.

The gear position information detected by the gear position detection sensor 25 is incorporated into MPU63 via the I/O circuit 61. The revolving speed of the wheels 26A, 26B, 36A, and 36B detected by the rotation sensors 56A, 56B, 58A, and 58B and the information on a hand of cut, and the information on the accelerator opening detected by the accelerator opening sensors 54 are incorporated into MPU63 via A/D converter 62. MPU63 is provided with CPU and the memory holding the program and data for dynamo-electric machines and control. Based on the inputted information, the run state of vehicles is distinguished, the output voltage value of the high-output dynamo 44 for a drive is computed, the high-output dynamo 44 for a drive (ALT2) is supplied from the I/O circuit 64, and the output voltage value to generate is controlled. MPU63 adjusts the field current sent through the field winding 31 of the direct current motor 30 in the H bridged circuit 66 via the I/O circuit 64 and H bridge driver 65 so that the characteristic of the direct current motor 30 may suit desired value. When vehicles retreat, from the H bridged circuit 66, normal rotation is sending field current for reverse, and the same retreat driving force as the time of vehicles advance is obtained. MPU63 generates the intermittent ringing of the clutch 32 and supplies it to the clutch 32 from the I/O circuit 64.

[0028]Although each sensor signal is directly inputted into the generator output voltage control circuit 60 for a drive in the above explanation, It may be made to receive via the LAN (CAN) bus in a control unit (for example, ECU50 and ABS control unit 55) empty vehicle of the others which are having the amount of sensors mounted.

[0029]The battery 42 for auxiliary machinery is a battery for 12V, and constitutes the usual charge and discharge system among the various electric loads to the dynamo 40 for auxiliary machinery, and 12V power supply. The field side power source of the direct current motor 30 and the high-output dynamo 44 for a drive is supplied from the dynamo 40 for auxiliary machinery, and the battery 42 for auxiliary machinery. By having established two electrical power systems, it is supposed by two kinds of methods, the method of controlling the field current of the high-output dynamo 44 for a drive, and the method of controlling the field current of the direct current motor 30, that it is controllable. For example, when the required rotating speed of the electric motors at the time of vehicles start up, etc. is low and necessary torque is high, an electric motor serves as an output of low rotation and high torque by setting the output current value of the high-output dynamo 44 for a drive as the value which becomes large. Supposing the required rotating speed of an electric motor is high and necessary torque is low at the time of vehicle running, correspondence will become possible by setting output \*\*\*\*\* of the high-output dynamo 44 for a drive as the value which becomes large. The number of rotations of an electric motor can be made high, improving the response at the time of vehicle running by lowering the field current of the direct current motor 30.

[0030]By connecting the power source line of the clutch 32 to the battery 42 for auxiliary machinery, and controlling intermittence of the clutch 32 by MPU63, Without generating capacity being dependent on the generating capacity of the high-output dynamo 44 for a drive which always changes, when there is no four-wheelp-drive function of necessity, the mechanical connection to the rear wheels 36A and 36B and the direct current motor 30 can be separated compulsorily. For example, compared with the system which operates in all the vehicle speed fields, the brush abrasion loss of the direct current motor 30 can be reduced by turning OFF the clutch 32, if the vehicle speed will be 20 km/h, and considering it as the drive system of only a front wheel. Since it is lost that the rear wheels 36A and 36B turn into a coupled driving wheel which does not generate driving force where the clutch 32 is separated, and the rear wheels 36A and 36B slip, The output signal of the rotation sensors 58A and 58B installed in the rear wheels 36A and 36B will be linked with the vehicle speed of the vehicles 10.

[0031]Next, the control method for control of the rollback phenomenon using the electric four-wheelp-drive device for vehicles by this embodiment is explained using drawing 3 - drawing 6. Drawing 3 is a system block figure of the control system for control of the rollback phenomenon using the electric four-wheelp-drive device for vehicles by one embodiment of this invention, and drawing 4 - drawing 6, It is an explanatory view of the control action at the time of control of the rollback phenomenon using the electric four-wheelp-drive device for vehicles by one embodiment of this invention. In drawing 3, drawing 1 and drawing 2, and identical codes show identical parts.

[0032]As shown in drawing 3, use as the front wheel 26 the wheel driven via the transmission 22 with the driving force of the engine 20, for example, and let the wheel driven with the direct current motor 30 be the rear wheel 36.

[0033]Here, the control processing contents of GCU60 are explained. In Step s10, GCU60 distinguishes the present

vehicle running condition based on the gear position information inputted from the hand of cut, the speed, and the gear position detector 25 of an axle before and after inputting from the rotation sensors 56A, 56B, 58A, and 58B. [0034]Here, distinction of a vehicle running condition is explained using drawing 4 or subsequent ones. Drawing 4 shows the state where vehicles are standing it still by the brake.

[0035]The order ring has stopped the driving state and driving force is not transmitted to an order ring from an engine and an electric motor. Therefore, the revolving speed of an order ring is 0. The sum of the value which squared the coefficient of static friction  $\mu$  of a wheel and a road surface to the drag  $W_f$  of the load concerning an order ring and  $W_r$  has generated the traction generated to an order ring. The state where the retreat power (the mass of vehicles will be set to  $M \cdot g \cdot \sin \theta$  if the angle of gradient of  $M$  and a slope is set to  $\theta$  and gravitational acceleration is set to  $g$ ) concerning this traction and the center of gravity of vehicles hangs and suits is in a stopping [ vehicles ] state. Therefore, since the revolving speed of an axle before and after inputting from the rotation sensors 56A, 56B, 58A, and 58B is 0, it can distinguish that vehicles are in a state of rest.

[0036]Drawing 5 shows what is called a rollback state where vehicles retreat. Although the driving force which an engine generates is given to the front wheel, when the driving force is small, vehicles retreat. As for the driving state, the driving force from an engine is transmitted to the front wheel, and the creep torque which will be generated by the time a driver takes off a brake and this state steps on an accelerator pedal is given. Driving force is not transmitted to a rear wheel from an electric motor. At this time, the traction (front-wheel drive power which creep force generates) which creep torque is transmitted to a front wheel and generated is smaller than retreat power, and, as for vehicles, begins retreat. Both of the hand of cut of an order ring are retreat directions, and number of rotations is the speed in the field which does not produce the slip of a front wheel. Since there is no slip with a road surface, the vehicle speed can be presumed from the revolving speed of a wheel.

[0037]Therefore, the hand of cut of an axle before and after inputting from the rotation sensors 56A, 56B, 58A, and 58B in a retreat direction. Revolving speed is equal, and when the gear position information inputted from the gear position detector 25 is a drive range (D), it can judge that the vehicle running condition changed into the rollback state. When the clutch is connected in the manual shift and the gear is contained in advance, A state equivalent to the drive range in an automatic transmission is detected, and since it can distinguish that it is in the state where engine torque is transmitted to the wheel, it can distinguish that it is in a rollback state from the hand of cut of an axle, and revolving speed.

[0038]Next, in Step s20 of drawing 3, GCU60 computes the electric motor driving torque which is needed corresponding to the run state judged at Step s10. Next, in Step s30, GCU60 computes the voltage command value to the dynamo 44 for a drive, and outputs it to the dynamo 44 for a drive so that the computed electric motor driving torque may be acquired. The dynamo 44 for a drive performs feedback control inside so that output voltage may become a command value, and it outputs the output voltage  $V$  to the direct current motor 30. With this voltage  $V$ , the real torque of the direct current motor 30 is inputted into the rear wheel 36, and serves as a form out of which actual wheel speed comes, and feedback control of the whole system is performed.

[0039]For example, in order to amend a rollback if GCU60 distinguishes a rollback state as shown in drawing 5, it will be in the state where the electric motor has generated torque, as [ show / in drawing 6 ] by calculating the torque and the number of rotations which an electric motor generates, and outputting a command value. As for the driving state, the driving force from an engine is transmitted to the front wheel, and this state serves as start torque, when the creep torque which will be generated by the time a driver takes off a brake and steps on an accelerator pedal, or an accelerator pedal is broken in. With the command value from GCU60, to a rear wheel, the driving force outputted from the electric motor 30 is transmitted, and creep force or start power arises as traction in it.

[0040]When not having stepped on the accelerator pedal, an electric motor is made to generate driving force so that the traction which creep torque is transmitted to a front wheel and generated may compensate only the insufficiency to retreat power although the driver has taken off the brake. At this time, GCU60 feeds back the hand of cut of an order ring, and speed at any time, and adjusts the output of an electric motor. By such control, vehicles will stop retreat and will be in a halt condition as a vehicle behavior. That is, by using the electric four-wheel-drive device for vehicles by this embodiment, a rollback state can be controlled and the hill holding function which makes vehicles a halt condition can be realized.

[0041]A driver takes off a brake, and it becomes start mode, and in the state where the accelerator pedal is broken in further, an electric motor raises an output, and gives the further torque in it to a rear wheel. It increases because the output from an engine also steps on an accelerator pedal, and as for the hand of cut of an order ring, both serve as a forward direction. When a controller adjusts the output of an electric motor, vehicles will be in a starting state, so that number of rotations may maintain the speed mostly in the field to which an order ring does not produce a slip.

[0042]Next, the control method at the time of the low  $\mu$  road slope start using the electric four-wheel-drive device for vehicles by this embodiment is explained using drawing 3 and drawing 7 - drawing 9. Drawing 7 - drawing 9 are the explanatory views of the control action at the time of the low  $\mu$  road slope start using the electric four-wheel-drive device for vehicles by one embodiment of this invention.

[0043]In a wheel, a road surface will slip, if  $\mu$  (coefficient of friction), such as a snowy road, gives torque excessive when low to a wheel.  $\mu$  (coefficient of friction in a low  $\mu$  road slope) of a road surface and a wheel changes with slip ratio, generally slip ratio increases and  $\mu$  decreases.

[0044]In Step s10 of drawing 3, GCU60 distinguishes the present vehicle running condition based on the gear position information inputted from the hand of cut, the speed, and the gear position detector 25 of an axle before

and after inputting from the rotation sensors 56A, 56B, 58A, and 58B.

[0045] Vehicles are the same as that of the state which showed the low  $\mu$  road slope in drawing 4 in the state where it is stood still by the brake, and since the revolving speed of an axle before and after inputting from the rotation sensors 56A, 56B, 58A, and 58B is 0, it can distinguish that vehicles are in a state of rest.

[0046] Next, drawing 7 shows the state when a driver tries to depart on a low  $\mu$  road slope. When a driver is going to depart and brake release and an accelerator pedal are broken in from the state which the brake has worked and vehicles have stopped, excessive start torque starts a front wheel from the increase in an engine output. Since there is not sufficient  $\mu$  which tells this excessive start torque to a road surface in the case of a low  $\mu$  road slope, a front wheel may lose traction and may be in a spin state. A front wheel carries out spin, if slip ratio with a road surface increases,  $\mu$  of a road surface will decrease further, and the start power which is traction increasingly becomes small. The driving force of the electric motor is not told to a rear wheel at this time. As for vehicles, retreat is begun when the start power of a front wheel becomes smaller than the retreat power of retreating vehicles (rollback state). The hand of cut of the front wheel at this time turns into a forward direction, and a rear wheel serves as a retreat direction. The revolving speed of a front wheel will be in the state of only the revolving speed of a wheel for a spin state, and will not link the vehicle speed. Since the rear wheel has not told torque, it does not generate spin, either, but the revolving speed of a rear wheel is linked with the vehicle speed.

[0047] Therefore, the hand of cut of the front axle inputted from the rotation sensors 56A, 56B, 58A, and 58B in a forward direction. In the revolving speed of a front axle, in a retreat direction, the hand of cut of a rear axle becomes larger than the revolving speed of a rear axle. When the gear position information inputted from the gear position detector 25 is a drive range (D), it judges that the vehicle running condition changed into the rollback state in a low  $\mu$  road slope which is carrying out spin.

[0048] If it is judged as the rollback state in a low  $\mu$  road slope, in Step s20 of drawing 3, GCU60 will compute needed electric motor driving torque, will compute the voltage command value to the dynamo 44 for a drive in Step s30, and will output it to the dynamo 44 for a drive.

[0049] When GCU60 judges it as the rollback state of a low  $\mu$  road, it operates an electric motor immediately and makes a rear wheel generate driving force, as shown in drawing 8. Since the judgment of the vehicle speed becomes impossible when the revolving speed of a front wheel will not be linked to the vehicle speed, but a rear wheel will slip at this time and it will be in a spin state, control which does not become excessive [the generating torque of an electric motor] is needed. Although the acceleration of the cross direction of vehicles may be detected and the vehicle speed may be judged, since vehicles incline, offset goes into the dc component of an acceleration signal. Therefore, although what is necessary is to detect only an alternating current component, there is a possibility that the detection sensitivity of the vehicle speed may worsen.

[0050] So, in this embodiment, when the history of the revolving speed of a rear wheel shaft is memorized in a memory and revolving speed changes from the history of revolving speed rapidly, it is made to perform control which judges that the rear wheel shaft slipped and presses down the output of an electric motor (when the differential components of revolving speed become large). Therefore, the rear wheel shaft can generate the maximum driving force told to a road surface, the sum of the generative force of a front wheel and the motor assistance power of a rear wheel becomes larger than the retreat power of vehicles, and vehicles move forward.

[0051] In the starting state shown in drawing 8, drawing 9 shows the case where it is going to recover the traction of a front wheel. Since road surface  $\mu$  changes with slip ratio, if slip ratio is decreased, it can increase the driving force which gets across to a road surface. When the rollback state of the state which showed in drawing 7 is detected, GCU60 recognizes the spin of a front wheel. If the spin of a front wheel is detected, GCU60 will send instructions to engine control unit ECU50, will control the electronically controlled throttle 52, will control an engine output, and will suppress the slip of a front wheel. It may be made to send instructions to the electronically controlled throttle 52 which adjusts an engine output directly at this time. By controlling in this way, the traction of a front wheel can be recovered and it can depart more quickly. It is not a throttle which controls an engine suction system, and instructions are sent for the brake of a front wheel to the actuator of an anti-lock brake mechanism, or a control unit, and it may be made to stop the number of rotations of a front wheel.

[0052] Although the direct current motor is used as an electric motor in the above explanation, to the rollback of the electric four-wheel-drive device for vehicles, and start control, the form of an electric motor may not be restricted to a direct current motor, and an alternating current motor may be sufficient as it.

[0053] As explained above, according to this embodiment, in an electric four-wheel drive car, a rollback phenomenon can be suppressed by distinguishing the run state of vehicles and carrying out drive controlling of the electric motor. In an electric four-wheel drive car, the start performance in a low  $\mu$  road slope can be obtained by distinguishing the run state of vehicles and carrying out drive controlling of the electric motor. By using the rotation sensor which is a sensor of the anti-lock brake mechanism which has spread through a common passenger car as a rotation sensor used in order to distinguish a vehicle running condition, it is cheap and a reliable running state detecting means can be constituted.

[0054]

[Effect of the Invention] According to this invention, a rollback phenomenon can be suppressed in an electric four-wheel drive car. According to this invention, in an electric four-wheel drive car, the start performance in a low  $\mu$  road slope is obtained.

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a system configuration figure showing the entire configuration of the four-wheelp-drive vehicles using the electric four-wheelp-drive device for vehicles by one embodiment of this invention.

[Drawing 2] It is a block diagram showing the composition of the electric four-wheelp-drive device for vehicles by one embodiment of this invention.

[Drawing 3] It is a system block figure of the control system for control of the rollback phenomenon using the electric four-wheelp-drive device for vehicles by one embodiment of this invention.

[Drawing 4] It is an explanatory view of the control action at the time of control of the rollback phenomenon using the electric four-wheelp-drive device for vehicles by one embodiment of this invention.

[Drawing 5] It is an explanatory view of the control action at the time of control of the rollback phenomenon using the electric four-wheelp-drive device for vehicles by one embodiment of this invention.

[Drawing 6] It is an explanatory view of the control action at the time of control of the rollback phenomenon using the electric four-wheelp-drive device for vehicles by one embodiment of this invention.

[Drawing 7] It is an explanatory view of the control action at the time of the low mu road slope start using the electric four-wheelp-drive device for vehicles by one embodiment of this invention.

[Drawing 8] It is an explanatory view of the control action at the time of the low mu road slope start using the electric four-wheelp-drive device for vehicles by one embodiment of this invention.

[Drawing 9] It is an explanatory view of the control action at the time of the low mu road slope start using the electric four-wheelp-drive device for vehicles by one embodiment of this invention.

[Description of Notations]

10 — Four-wheel drive car

20 — Engine

25 — Gear position detector

26 — Front wheel

28, 38 — Brake

30 — Direct current motor

31 — Motor field winding

32 — Clutch

36 — Rear wheel

40 — Dynamo for auxiliary machinery

42 — Accessory battery

44 — High-output dynamo for a drive

50 — Engine control unit

54 — Accelerator opening sensors

55 — ABS control unit

56, 58 — Rotation sensor

60 — Generator output voltage control circuit for a drive

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-239853

(P2001-239853A)

(43) 公開日 平成13年9月4日(2001.9.4)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)	
B 6 0 K	17/356	B 6 0 K	17/356	3 D 0 3 9
	17/04		17/04	G 3 D 0 4 3
	17/34		17/34	B 3 G 0 8 4
B 6 0 L	11/14	B 6 0 L	11/14	3 G 0 9 3
	15/20		15/20	L 5 H 1 1 5

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-57194(P2000-57194)

(22) 出願日 平成12年3月2日(2000.3.2)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 印南 敏之

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株

式会社日立製作所自動車機器グループ内

(72) 発明者 深作 良範

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株

式会社日立製作所自動車機器グループ内

(74) 代理人 100077816

弁理士 春日 謙

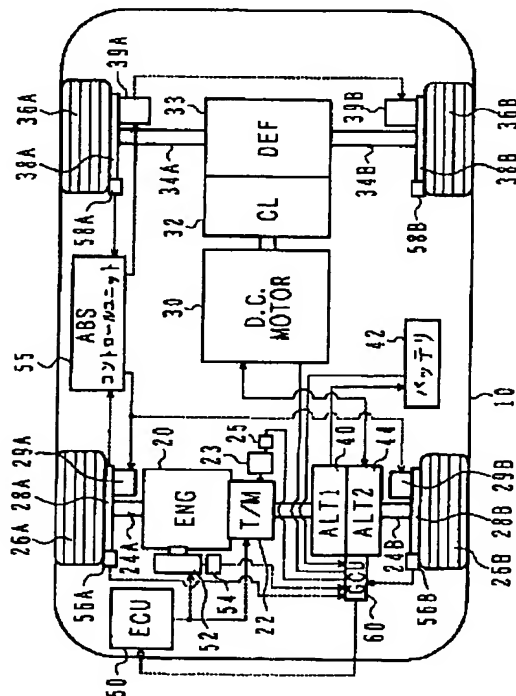
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用電動4輪駆動装置

(57) 【要約】

【課題】 ロールバック現象を抑えることができる車両用電動4輪駆動装置を提供することにある。また、低 $\mu$ 路坂道における発進性能が得られる車両用電動4輪駆動装置を提供することにある。

【解決手段】 前輪の車軸24は、エンジン20によって駆動され、後輪の車軸34は電動機30によって駆動される。GCU60は、回転センサ56、58の出力信号により、車両のロールバック状態を検出したとき、電動機を駆動してロールバック状態を抑制する。また、GCU60は、回転センサ56、58の出力信号により、車両が低 $\mu$ 路坂道においてスピンを起こしながらのロールバック状態を検出したとき、電動機を駆動して低 $\mu$ 路坂道におけるロールバック状態を抑制して、低 $\mu$ 路坂道の発進性能を確保する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エンジンによって駆動される第 1 の車軸と、電動機によって駆動される第 2 の車軸を有する 4 輪駆動車両を駆動制御する車両用電動 4 輪駆動装置において、

上記車両のロールバック状態を検出したとき、上記電動機を駆動してロールバック状態を抑制する制御手段を備えたことを特徴とする車両用電動 4 輪駆動装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の車両用電動 4 輪駆動装置において、

上記エンジンによって駆動されるとともに、上記電動機に電力を供給する発電機を備え、

上記制御手段は、ロールバック状態を検出されると、上記発電機の出力電圧を制御して、ロールバック状態を抑制することを特徴とする車両用電動 4 輪駆動装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載の車両用電動 4 輪駆動装置において、

上記制御手段は、上記第 1 の車軸にエンジンの駆動力が伝達されているにも拘わらず、車両が後退することにより、ロールバック状態を検出することを特徴とする車両用電動 4 輪駆動装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の車両用電動 4 輪駆動装置において、

上記車軸の回転方向を検出する回転センサを備え、上記制御手段は、上記回転センサの出力信号により、車両が後退していることを検出することを特徴とする車両用電動 4 輪駆動装置。

【請求項 5】 請求項 3 記載の車両用電動 4 輪駆動装置において、

上記制御手段は、オートマチックトランスミッション車においては、シフトポジションがドライブレンジであることにより、第 1 の車軸にエンジンの駆動力が伝達されていることを検出し、マニュアルトランスミッション車においては、シフトポジションが前進位置であり、クラッチが接統されていることにより、第 1 の車軸にエンジンの駆動力が伝達されていることを検出することを特徴とする車両用電動 4 輪駆動装置。

【請求項 6】 エンジンによって駆動される第 1 の車軸と、電動機によって駆動される第 2 の車軸を有する 4 輪駆動車両を駆動制御する車両用電動 4 輪駆動装置において、

上記車両の低  $\mu$  路坂道におけるロールバック状態を検出したとき、上記電動機を駆動してロールバック状態を抑制する制御手段を備えたことを特徴とする車両用電動 4 輪駆動装置。

【請求項 7】 請求項 6 記載の車両用電動 4 輪駆動装置において、

上記エンジンによって駆動されるとともに、上記電動機に電力を供給する発電機を備え、

上記制御手段は、低  $\mu$  路坂道におけるロールバック状態

が検出されると、上記発電機の出力電圧を制御して、ロールバック状態を抑制することを特徴とする車両用電動 4 輪駆動装置。

【請求項 8】 請求項 6 記載の車両用電動 4 輪駆動装置において、

上記制御手段は、上記第 1 の車軸にエンジンの駆動力が伝達されているにも拘わらず、車両が後退するとともに、上記第 1 の車軸の車輪がスピンを起こしていることにより、低  $\mu$  路坂道におけるロールバック状態を検出することを特徴とする車両用電動 4 輪駆動装置。

【請求項 9】 請求項 8 記載の車両用電動 4 輪駆動装置において、

上記車軸の回転速度を検出する回転センサを備え、上記制御手段は、上記回転センサの出力信号により、上記第 1 の車軸の回転数が第 2 の車軸の回転数よりも大きいことにより、スピンを起こしていることを検出することを特徴とする車両用電動 4 輪駆動装置。

【請求項 10】 請求項 6 記載の車両用電動 4 輪駆動装置において、

上記第 2 の車軸の回転速度を検出する回転センサを備え、上記制御手段は、第 2 の車軸の回転速度の履歴から回転速度が急激に変化したことにより、第 2 の車軸のスリップ状態を検出するとともに、上記電動機の出力を抑えるように制御することを特徴とする車両用電動 4 輪駆動装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エンジン及び電動機を用いて車両の 4 輪を駆動する車両用電動 4 輪駆動装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の 4 輪駆動車としては、4 輪ともエンジンからの駆動力で駆動する機械的な 4 輪駆動車が知られている。車両の 4 輪全てを駆動輪とすることにより、路面の状態の悪い悪路、雪道などの低  $\mu$  路での走行性を向上させることができる。しかしながら、機械的な 4 輪駆動車は、2 輪駆動車と車台を共通にできないため、例えば、特開平 7-231508 号公報に記載されているように、エンジンによって駆動される車軸と、電動機によって駆動される車軸を別々に有する電動 4 輪駆動システムが提案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の特開平 7-231508 号公報に記載されているシステムでは、坂道で発進する際、坂道の勾配によっては車両が後退する現象（以下、「ロールバック」と称する）が発生する時があり、運転者は不意な後退に対して恐怖感を感じるという問題があった。

【0004】 また、従来の特開平 7-231508 号公

報に記載されているシステムでは、雪に覆われた坂道のような低 $\mu$ 路坂道で発進する際、エンジンによって駆動される車軸がスリップすることがあり、低 $\mu$ 路坂道における発進性能が得られないという問題があった。

【0005】本発明の第1の目的は、ロールバック現象を抑えることができる車両用電動4輪駆動装置を提供することにある。

【0006】本発明の第2の目的は、低 $\mu$ 路坂道における発進性能が得られる車両用電動4輪駆動装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】(1) 上記第1の目的を達成するために、本発明は、エンジンによって駆動される第1の車軸と、電動機によって駆動される第2の車軸を有する4輪駆動車両を駆動制御する車両用電動4輪駆動装置において、上記車両のロールバック状態を検出したとき、上記電動機を駆動してロールバック状態を抑制する制御手段を備えるようにしたものである。かかる構成により、電動4輪駆動車において、ロールバック現象を抑え得るものとなる。

【0008】(2) 上記(1)において、好ましくは、上記エンジンによって駆動されるとともに、上記電動機に電力を供給する発電機を備え、上記制御手段は、ロールバック状態が検出されると、上記発電機の出力電圧を制御して、ロールバック状態を抑制するようにしたものである。

【0009】(3) 上記(1)において、好ましくは、上記制御手段は、上記第1の車軸にエンジンの駆動力が伝達されているにも拘わらず、車両が後退することにより、ロールバック状態を検出するようにしたものである。

【0010】(4) 上記(3)において、好ましくは、上記車軸の回転方向を検出する回転センサを備え、上記制御手段は、上記回転センサの出力信号により、車両が後退していることを検出するようにしたものである。

【0011】(5) 上記(3)において、好ましくは、上記制御手段は、オートマチックトランスミッション車においては、シフトポジションがドライブレンジであることにより、第1の車軸にエンジンの駆動力が伝達されていることを検出し、マニュアルトランスミッション車においては、シフトポジションが前進位置であり、クラッチが接続されていることにより、第1の車軸にエンジンの駆動力が伝達されていることを検出するようにしたものである。

【0012】(6) 上記第2の目的を達成するために、本発明は、エンジンによって駆動される第1の車軸と、電動機によって駆動される第2の車軸を有する4輪駆動車両を駆動制御する車両用電動4輪駆動装置において、上記車両の低 $\mu$ 路坂道におけるロールバック状態を検出したとき、上記電動機を駆動してロールバック状態を抑

制する制御手段を備えるようにしたものである。かかる構成により、電動4輪駆動車において、低 $\mu$ 路坂道における発進性能を得るものとなる。

【0013】(7) 上記(6)において、好ましくは、上記エンジンによって駆動されるとともに、上記電動機に電力を供給する発電機を備え、上記制御手段は、低 $\mu$ 路坂道におけるロールバック状態が検出されると、上記発電機の出力電圧を制御して、ロールバック状態を抑制するようにしたものである。

10 【0014】(8) 上記(6)において、好ましくは、上記制御手段は、上記第1の車軸にエンジンの駆動力が伝達されているにも拘わらず、車両が後退するとともに、上記第1の車軸の車輪がスピンを起こしていることにより、低 $\mu$ 路坂道におけるロールバック状態を検出するようにしたものである。

20 【0015】(9) 上記(8)において、好ましくは、上記車軸の回転速度を検出する回転センサを備え、上記制御手段は、上記回転センサの出力信号により、上記第1の車軸の回転数が第2の車軸の回転数よりも大きいことにより、スピンを起こしていることを検出するようにしたものである。

【0016】(10) 上記(6)において、好ましくは、上記第2の車軸の回転速度を検出する回転センサを備え、上記制御手段は、第2の車軸の回転速度の履歴から回転速度が急激に変化したことにより、第2の車軸のスリップ状態を検出するとともに、上記電動機の出力を抑えるように制御するようにしたものである。

【0017】

30 【発明の実施の形態】以下、図1～図9を用いて、本発明の一実施形態による車両用電動4輪駆動装置の構成及び動作について説明する。最初に、図1を用いて、本実施形態による車両用電動4輪駆動装置を用いる4輪駆動車両の全体構成について説明する。図1を用いて、本発明の一実施形態による車両用電動4輪駆動装置を用いる4輪駆動車両の全体構成を示すシステム構成図である。

【0018】4輪駆動車両10は、エンジン20及び直流電動機30を備えている。エンジン20の駆動力は、トランスミッション22及び第1の車軸24A、24Bを介して、前輪26A、26Bに伝達され、前輪26A、26Bを駆動する。直流電動機30の駆動力は、クラッチ32、デファレンシャルギヤ33及び第2の車軸34A、34Bを介して、後輪36A、36Bに伝達され、後輪36A、36Bを駆動する。デファレンシャルギヤ33とクラッチ32が連結されると、直流電動機30の回転力は、クラッチ32、デファレンシャルギヤ33を介して後輪軸34A、34Bに伝えられ、後輪36A、36Bを駆動する。クラッチ32が外れると、直流電動機30は後輪36A、36B側から機械的に切り離され、後輪36A、36Bは駆動力を路面に伝えないものである。なお、直流電動機30は、例えば、正転逆転

の切替えが容易な直流分巻電動機、または他励直流電動機を用いている。

【0019】なお、以上の説明では、前輪26A、26Bをエンジン20で駆動し、後輪36A、36Bを直流電動機30で駆動する4輪駆動車両として説明しているが、前輪を直流電動機で駆動し、後輪をエンジンで駆動するようにしてもよいものであり、また、トラックのような6輪以上の車両、トレーラのような、牽引車両にも適用可能である。

【0020】エンジンルーム内には、通常の充電発電システムを行う補機用発電機(ALT1)40及び補機バッテリー42が配置され、エンジン20によってベルト駆動される補機用発電機40の出力が補機バッテリー42に蓄積される。また、補機用発電機40の近傍には、エンジン20によりベルト駆動される駆動用高出力発電機(ALT2)44が配設されている。駆動用高出力発電機44の出力によって直流電動機30が駆動される。補機用発電機40は、例えば、12V、2kW程度の一般的な発電機であり、駆動用高出力発電機44は、補機用発電機40に比べて高出力が得られる発電機であり、例えば、36V、6kW程度の発電機である。

【0021】エンジン20の出力は、エンジンコントロールユニット(ECU)50からの指令により駆動される電子制御スロットル52により制御される。電子制御スロットル52には、アクセル開度センサ54が設けられており、アクセル開度を検出する。なお、電子制御スロットルの代わりにメカリンクのアクセルペダル及びスロットルを用いる場合には、アクセルペダルにアクセル開度センサを設けることができる。また、ECU50は、トランスミッション22を制御する。トランスミッション22は、オートマチックトランスミッションであり、セレクトレバー23によって選択されたギヤ比となるように自動制御される。セレクトレバー23のポジションは、ギヤ位置検出センサ25によって検出される。なお、トランスミッション22としては、マニュアルトランスミッションを用いるものであってもよいものである。

【0022】また、前輪26A、26B及び後輪36A、36Bの各車輪に設けられたブレーキ28A、28B、38A、38Bには、アンチロックブレーキ(ABS)コントロールユニット55によって制御されるアンチロックブレーキ(ABS)アクチュエータ29A、29B、39A、39Bが設けられている。また、前輪26A、26B及び後輪36A、36Bの各車輪には、回転速度及び回転方向を検出する回転センサ56A、56B、58A、58Bが設けられている。なお、回転センサ56A、56B、58A、58Bは、各車輪毎に設けられているが、前輪軸及び後輪軸の一方もしくは両方に配してもよいものである。

【0023】駆動用発電機出力電圧制御回路(GCU) 50

60は、回転センサ56A、56B、58A、58Bによって検出された車輪26A、26B、36A、36Bの回転速度及び回転方向の情報、アクセル開度センサ54によって検出されたアクセル開度の情報、及びギヤ位置検出センサ25によって検出されたギヤ位置の情報等に基づいて、車両の走行状態を判断し、この判断に基づいて、駆動用高出力発電機44及び直流電動機30を制御される。GCU60による制御の詳細については、図3を用いて後述する。

【0024】次に、図2を用いて、本実施形態による車両用電動4輪駆動装置の構成について説明する。図2は、本発明の一実施形態による車両用電動4輪駆動装置の構成を示すブロック図であり、電力供給及び制御関係の回路構成例を示している。なお、図1と同一符号は、同一部分を示している。また、図中のブロック間の結線において、実線は電力供給の結線を示しており、破線は制御関係の結線を示している。

【0025】駆動用発電機出力電圧制御回路(GCU)60には、回転センサ56A、56B、58A、58Bによって検出された車輪26A、26B、36A、36Bの回転速度及び回転方向の情報、アクセル開度センサ54によって検出されたアクセル開度の情報、及びギヤ位置検出センサ25によって検出されたギヤ位置の情報が入力する。

【0026】GCU60は、これらの情報に基づいて、駆動用高出力発電機(ALT2)44に対して出力電圧の指令値を出力することにより、高出力発電機44の出力電圧を制御することにより、直流電動機30を制御する。さらに、GCU60は、直流電動機30の界磁巻線31に流す界磁電流を制御することにより、直流電動機30を直接制御するようにしており、高出力発電機44により直流電動機30を制御することによるレスポンスの低下を改善するようにしている。

【0027】駆動用発電機出力電圧制御回路(GCU)60は、I/O回路61と、A/D変換器62と、マイクロプロセッサ(MPU)63と、I/O回路64と、Hブリッジドライバ65と、Hブリッジ回路66とを備えている。ギヤ位置検出センサ25によって検出されたギヤ位置情報は、I/O回路61を介して、MPU63に取り込まれる。また、回転センサ56A、56B、58A、58Bによって検出された車輪26A、26B、36A、36Bの回転速度及び回転方向の情報、アクセル開度センサ54によって検出されたアクセル開度の情報は、A/D変換器62を介して、MPU63に取り込まれる。MPU63は、CPUと電動機制御用のプログラムやデータを保持するメモリを備えており、入力した情報に基づいて、車両の走行状態を判別し、駆動用高出力発電機44の出力電圧値を算出し、I/O回路64から駆動用高出力発電機(ALT2)44に供給され、発生する出力電圧値を制御する。また、MPU63は、直

流電動機 30 の特性が要求値に適合するように、I/O 回路 64、Hブリッジドライバ 65 を介して、Hブリッジ回路 66 にて直流電動機 30 の界磁巻線 31 に流す界磁電流を調整する。なお、車両が後退する時には、Hブリッジ回路 66 より、正転とは逆向きに界磁電流を流すことで、車両前進の時と同様の後退駆動力が得られる。さらに、MPU 63 は、クラッチ 32 の断続信号を生成して、I/O 回路 64 からクラッチ 32 に供給する。

【0028】なお、以上の説明では、各センサ信号が、直接、駆動用発電機出力電圧制御回路 60 に入力されているが、センサ量を車載されている他の制御ユニット（例えば、ECU 50 や ABS コントロールユニット 55）から車内 LAN（CAN）バス経由で入手するようにしてもよいものである。

【0029】補機用バッテリー 42 は、12V 用バッテリーであり、補機用発電機 40 及び 12V 電源に対する各種電気負荷との間で、通常の充放電システムを構成している。直流電動機 30 及び駆動用高出力発電機 44 の界磁側電源は、補機用発電機 40 及び補機用バッテリー 42 から供給される。電源系を 2 系統設けたことにより、駆動用高出力発電機 44 の界磁電流を制御する方法と、直流電動機 30 の界磁電流を制御する方法の 2 通りの方法で制御可能としている。例えば、車両始動時等の電動機の必要回転数が低く、必要トルクが高い時には、駆動用高出力発電機 44 の出力電流値を大きくする値に設定することで、電動機は低回転、高トルクの出力となる。また、車両走行時においては、電動機の必要回転数が高く、必要トルクが低いとすると、駆動用高出力発電機 44 の出力電圧値を大きくする値に設定することで対応可能となる。さらに、直流電動機 30 の界磁電流を下げることで、車両走行時の応答性を改善しながら、電動機の回転数を高くすることができる。

【0030】また、クラッチ 32 の電源ラインは、補機用バッテリー 42 に接続されており、クラッチ 32 の断続を MPU 63 により制御することにより、発電力が常時変化する駆動用高出力発電機 44 の発電力に依存することなく、4 輪駆動機能が必要無い時には、強制的に後輪 36A、36B と直流電動機 30 との機械的連結を切り離すことができる。例えば、車速が 20 km/h になったらクラッチ 32 を OFF にして、前輪のみの駆動系とすることにより、全車速領域で動作するシステムに比べ、直流電動機 30 のブラシ摩耗量を低減できる。また、クラッチ 32 を切り離した状態では、後輪 36A、36B は駆動力を発生しない従動輪となり、後輪 36A、36B がスリップすることがなくなるため、後輪 36A、36B に設置された回転センサ 58A、58B の出力信号は、車両 10 の車速とリンクすることになる。

【0031】次に、図 3～図 6 を用いて、本実施形態による車両用電動 4 輪駆動装置を用いたロールバック現象の抑制のための制御方法について説明する。図 3 は、本

発明の一実施形態による車両用電動 4 輪駆動装置を用いたロールバック現象の抑制のための制御システムのシステムブロック図であり、図 4～図 6 は、本発明の一実施形態による車両用電動 4 輪駆動装置を用いたロールバック現象の抑制時の制御動作の説明図である。なお、図 3 において、図 1 及び図 2 と同一符号は、同一部分を示している。

【0032】図 3 に示すように、エンジン 20 の駆動力によってトランスミッション 22 を介して駆動される車輪を、例えば、前輪 26 とし、直流電動機 30 により駆動される車輪を、後輪 36 とする。

【0033】ここで、GCU 60 の制御処理内容について説明する。ステップ s10 において、GCU 60 は、回転センサ 56A、56B、58A、58B から入力される前後車軸の回転方向、速度及びギヤ位置検出器 25 から入力するギヤ位置情報に基づいて、現在の車両走行状態を判別する。

【0034】ここで、図 4 以降を用いて、車両走行状態の判別について説明する。図 4 は、車両がブレーキによって静止している状態を示している。

【0035】駆動状態は前後輪ともに停止しており、前後輪にはエンジン、電動機から駆動力は伝達されていない。従って、前後輪の回転速度は 0 である。前後輪に発生するトラクションは、前後輪にかかる荷重の抗力  $W_f$ 、 $W_r$  に、車輪と路面との静摩擦係数  $\mu$  を乗した値の和が発生している。このトラクションと、車両の重心にかかる後退力（車両の質量を  $M$ 、坂道の傾斜角度を  $\theta$ 、重力加速度を  $g$  とすると  $M \cdot g \cdot \sin \theta$  となる）がつりあっている状態が車両が停止しているの状態である。従って、回転センサ 56A、56B、58A、58B から入力される前後車軸の回転速度が 0 であることから、車両が静止状態にあることが判別できる。

【0036】また、図 5 は、車両が後退する、いわゆる、ロールバック状態を示している。前輪にエンジンが発生する駆動力が付与されているが、その駆動力が小さい場合には、車両が後退する。駆動状態は、前輪にエンジンからの駆動力が伝達されており、この状態は運転者がブレーキを解除してアクセルペダルを踏むまでの間に発生するクリープトルクが付与されている。後輪に電動機から駆動力は伝達されていない。この時、クリープトルクが前輪に伝達されて発生するトラクション（クリープ力が発生する前輪駆動力）が後退力よりも小さく、車両は後退を始める。前後輪の回転方向は両方とも後退方向で、回転数は前輪のスリップを生じない領域において同速度である。また、路面とのスリップがないので、車輪の回転速度から車速を推定できる。

【0037】従って、回転センサ 56A、56B、58A、58B から入力される前後車軸の回転方向が後退方向で、回転速度が等しく、また、ギヤ位置検出器 25 から入力するギヤ位置情報がドライブレンジ（D）である

場合、車両走行状態がロールバック状態になったことを判断することができる。なお、マニュアルシフトの場合には、クラッチが接続されており、ギヤが前進に入っていることにより、オートマチックトランスミッションにおけるドライブレンジと同等の状態を検出して、エンジンの回転力が車輪に伝達されている状態であることを判別できるので、車軸の回転方向と回転速度とから、ロールバック状態であることを判別できる。

【0038】次に、図3のステップs20において、GCU60は、ステップs10で判断した走行状態に対応して必要となる電動機駆動トルクを算出する。次に、ステップs30において、GCU60は、算出した電動機駆動トルクが得られるように、駆動用発電機44への電圧指令値を算出して、駆動用発電機44へ出力する。駆動用発電機44は、出力電圧が指令値になるように内部でフィードバック制御を行い、出力電圧Vを直流電動機30へ出力する。この電圧Vによって、直流電動機30の実トルクが、後輪36に輸入され、実際の車輪速が出る形となりシステム全体のフィードバック制御が行われる。

【0039】例えば、図5に示したように、GCU60がロールバック状態を判別すると、ロールバックを補正するために、電動機が発生するトルク、回転数を演算して指令値を出力することにより、図6に示すように、電動機がトルクを発生している状態となる。駆動状態は、前輪にエンジンからの駆動力が伝達されており、この状態は運転者がブレーキを解除してアクセルペダルを踏み込むまでの間に発生するクリープトルクもしくは、アクセルペダルを踏み込んでいる場合は発進トルクとなる。後輪には、GCU60からの指令値によって電動機30から出力される駆動力が伝達され、トラクションとしてはクリープ力もしくは発進力が生じる。

【0040】運転者がブレーキを解除しているが、アクセルペダルを踏んでいない時、クリープトルクが前輪に伝達されて発生するトラクションが後退力に対する不足分だけ補うように電動機に駆動力を発生させる。この時、GCU60は、前後輪の回転方向、速度を随時フィードバックして電動機の出力を調整する。このような制御により、車両は後退をやめ、車両挙動としては停止状態となる。即ち、本実施形態による車両用電動4輪駆動装置を用いることにより、ロールバック状態を抑制して、車両を停止状態とするヒルホールド機能を実現することができる。

【0041】また、運転者がブレーキを解除し、さらにアクセルペダルを踏み込んでいる状態では発進モードとなり、電動機は出力を上げて後輪に更なるトルクを付与する。エンジンからの出力もアクセルペダルを踏み込むことで増大し、前後輪の回転方向は両方とも前進方向となる。回転数は前後輪がスリップを生じない領域においてほぼ同速度を保つようにコントローラは電動機の出力を

調整することにより、車両が発進状態となる。

【0042】次に、図3及び図7～図9を用いて、本実施形態による車両用電動4輪駆動装置を用いた低 $\mu$ 路坂道発進時の制御方法について説明する。図7～図9は、本発明の一実施形態による車両用電動4輪駆動装置を用いた低 $\mu$ 路坂道発進時の制御動作の説明図である。

【0043】路面が雪道などの $\mu$ （摩擦係数）が低い場合には、過大なトルクを車輪に付与すると車輪はスリップする。路面と車輪の $\mu s$ （低 $\mu$ 路坂道における摩擦係数）はスリップ率によって変化し、一般にスリップ率が増大すると共に $\mu s$ は減少する。

【0044】図3のステップs10において、GCU60は、回転センサ56A、56B、58A、58Bから入力される前後車軸の回転方向、速度及びギヤ位置検出器25から入力するギヤ位置情報に基づいて、現在の車両走行状態を判別する。

【0045】車両がブレーキによって静止している状態では、低 $\mu$ 路坂道においても、図4に示した状態と同様であり、回転センサ56A、56B、58A、58Bから入力される前後車軸の回転速度が0であることから、車両が静止状態にあることが判別できる。

【0046】次に、図7は、運転者が低 $\mu$ 路坂道で発進しようとした時の状態を示している。ブレーキがかかっている状態で車両が停止している状態から、運転者が発進しようとして、ブレーキ解除およびアクセルペダルを踏み込んだ場合、前輪にはエンジン出力増加から過大な発進トルクがかかる。低 $\mu$ 路坂道の場合、この過大な発進トルクを路面に伝えるだけの十分な $\mu s$ が無い場合、前輪はトラクションを失い、スピン状態となる場合がある。前輪がスピンして、路面とのスリップ率が増大すると路面の $\mu s$ はさらに減少し、ますますトラクションである発進力が小さくなる。この時、後輪には電動機の駆動力は伝えられていない。前輪の発進力が車両を後退させる後退力よりも小さくなった時、車両は後退を始める（ロールバック状態）。この時の前輪の回転方向は前進方向、後輪は後退方向となる。また前輪の回転速度はスピン状態の為車輪の回転速度のみの状態となり、車速とはリンクしない。後輪はトルクを伝えていないのでスピンも発生せず、後輪の回転速度は車速とリンクする。

【0047】従って、回転センサ56A、56B、58A、58Bから入力される前車軸の回転方向が前進方向で、後車軸の回転方向が後退方向で、前車軸の回転速度が後車軸の回転速度よりも大きくなり、また、ギヤ位置検出器25から入力するギヤ位置情報がドライブレンジ（D）である場合、車両走行状態が低 $\mu$ 路坂道におけるスピンしているロールバック状態になったことを判断する。

【0048】低 $\mu$ 路坂道におけるロールバック状態と判断すると、図3のステップs20において、GCU60は、必要となる電動機駆動トルクを算出し、ステップs



30において、駆動用発電機44への電圧指令値を算出して、駆動用発電機44へ出力する。

【0049】図8に示すように、GCU60が、低 $\mu$ 路のロールバック状態と判断すると、即座に電動機を作動させ、後輪に駆動力を発生させる。この時、前輪の回転速度は車速にリンクしておらず、後輪がスリップしてスピン状態になると車速の判定ができなくなるので、電動機の発生トルクが過大とならないような制御が必要となる。車両の前後方向の加速度を検出して車速の判断をしても良いが、車両は傾斜しているため、加速度信号の直

流成分にオフセットが入る。そのため交流成分のみを検出すれば良いが車速の検出感度が悪くなる恐れがある。

【0050】そこで、本実施形態では、後輪軸の回転速度の履歴をメモリに記憶し、回転速度の履歴から回転速度が急激に変化した場合（回転速度の微分成分が大きくなった場合）、後輪軸がスリップしたと判断して電動機の出力を押さえる制御を行うようにしている。そのため、後輪軸は路面に伝えられる最大限の駆動力を発生することができ、前輪の発生力と、後輪のモータアシスト力の和が車両の後退力よりも大きくなり、車両は前進する。

【0051】図9は、図8に示す発進状態において、前輪のトラクションを回復しようとした場合について示している。路面 $\mu_s$ はスリップ率によって変化するため、スリップ率を減少させれば路面に伝わる駆動力を増大することができる。図7に示した状態のロールバック状態を検出した際、GCU60は、前輪のスピンを認識する。前輪のスピンを検出すると、GCU60は、エンジンコントロールユニットECU50に指令を送り、電子制御スロットル52を制御して、エンジンの出力を抑制し、前輪のスリップを抑えるようにする。また、このとき、エンジンの出力を調整する電子制御スロットル52に直接指令を送るようにしてもよいものである。このように制御することにより、前輪のトラクションが回復し、よりすばやく発進することができる。また、エンジンの吸気系を制御するスロットルではなく、前輪のブレーキをアンチロックブレーキ機構のアクチュエータ、もしくはコントロールユニットに指令を送り、前輪の回転数を抑えるようにしてもよいものである。

【0052】なお、以上の説明では、電動機として直流電動機を用いているが、車両用電動4輪駆動装置のロールバック及び発進制御に対しては、電動機の形式は、直流電動機に限ることはなく、交流電動機でもよいものである。

【0053】以上説明したように、本実施形態によれば、車両の走行状態を判別して、電動機を駆動制御することにより、電動4輪駆動車において、ロールバック現象を抑えることができる。また、車両の走行状態を判別して、電動機を駆動制御することにより、電動4輪駆動車において、低 $\mu$ 路坂道における発進性能を得ることが

できる。さらに、車両走行状態を判別するために用いる回転センサとして、一般的な乗用車に普及しているアンチロックブレーキ機構のセンサである回転センサを用いることによって、安価で信頼性のある走行状態検出手段を構成することができる。

#### 【0054】

【発明の効果】本発明によれば、電動4輪駆動車において、ロールバック現象を抑えることができる。また、本発明によれば、電動4輪駆動車において、低 $\mu$ 路坂道における発進性能が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による車両用電動4輪駆動装置を用いる4輪駆動車両の全体構成を示すシステム構成図である。

【図2】本発明の一実施形態による車両用電動4輪駆動装置の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の一実施形態による車両用電動4輪駆動装置を用いたロールバック現象の抑制のための制御システムのシステムブロック図である。

【図4】本発明の一実施形態による車両用電動4輪駆動装置を用いたロールバック現象の抑制時の制御動作の説明図である。

【図5】本発明の一実施形態による車両用電動4輪駆動装置を用いたロールバック現象の抑制時の制御動作の説明図である。

【図6】本発明の一実施形態による車両用電動4輪駆動装置を用いたロールバック現象の抑制時の制御動作の説明図である。

【図7】本発明の一実施形態による車両用電動4輪駆動装置を用いた低 $\mu$ 路坂道発進時の制御動作の説明図である。

【図8】本発明の一実施形態による車両用電動4輪駆動装置を用いた低 $\mu$ 路坂道発進時の制御動作の説明図である。

【図9】本発明の一実施形態による車両用電動4輪駆動装置を用いた低 $\mu$ 路坂道発進時の制御動作の説明図である。

#### 【符号の説明】

- 10…4輪駆動車
- 20…エンジン
- 25…ギヤ位置検出器
- 26…前輪
- 28, 38…ブレーキ
- 30…直流電動機
- 31…電動機界磁巻線
- 32…クラッチ
- 36…後輪
- 40…補機用発電機
- 42…補機バッテリー
- 44…駆動用高出力発電機

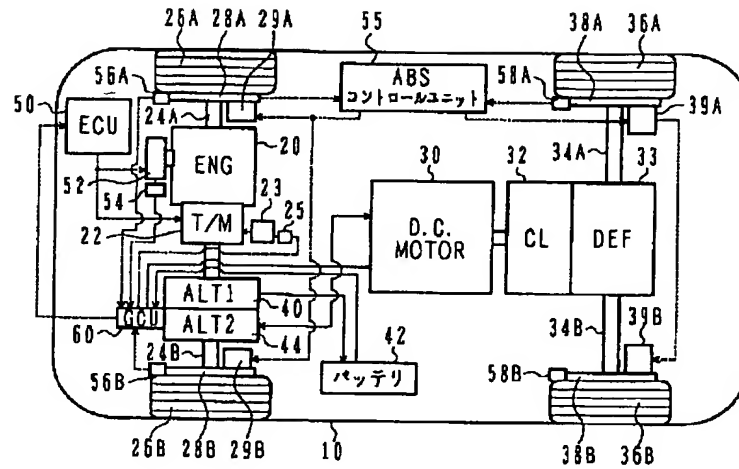


50…エンジンコントロールユニット  
 54…アクセル開度センサ  
 55…ABSコントロールユニット

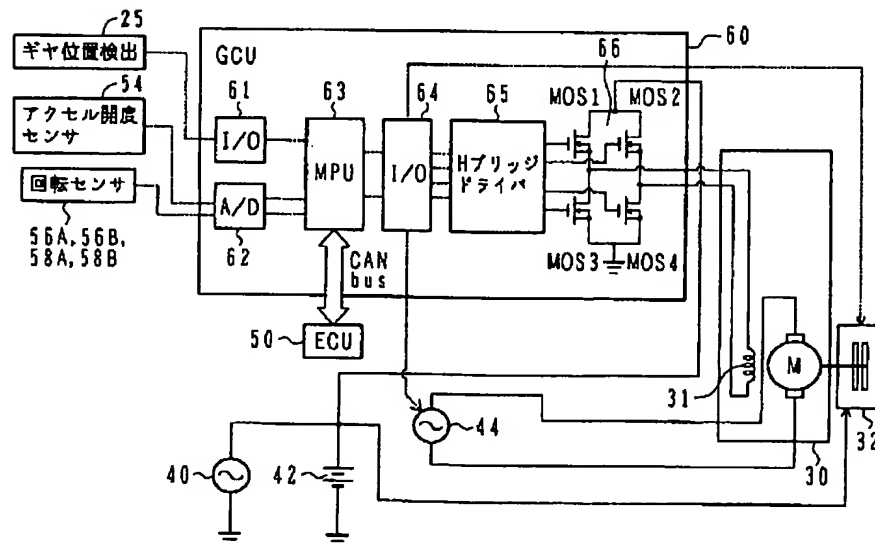
\* 56, 58…回転センサ  
 60…駆動用発電機出力電圧制御回路

\*

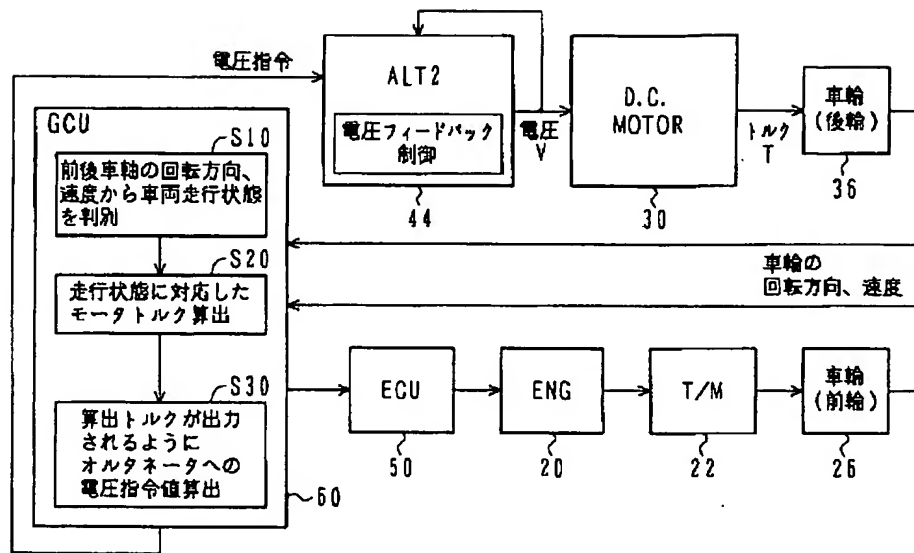
【図 1】



【図 2】

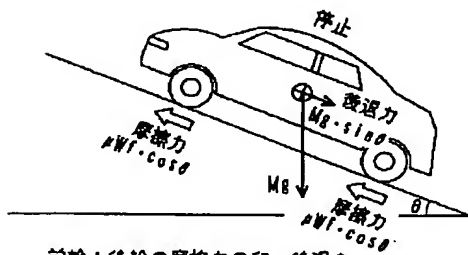


【図 3】



【図 4】

ブレーキによって静止している状態

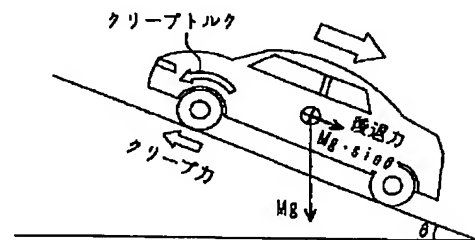


前輪+後輪の摩擦力の和=後退力

	前輪	後輪
駆動状態	停止	停止
ブレーキ	作動	作動
回転方向	0	0
回転数	0	0
トラクション	静止摩擦力	
駆動力	0	
車両挙動	停止	

【図 5】

ロールバック状態

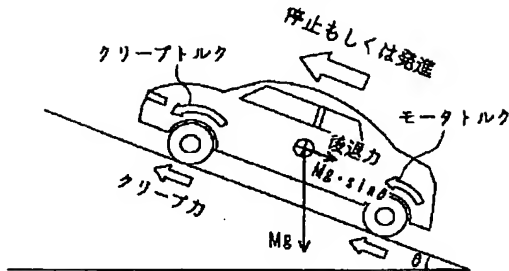


前輪+後輪駆動力&gt;後退力

	前輪	後輪
駆動状態	クリープ	なし
ブレーキ	解除	解除
回転方向	後退	後退
回転数	$Nf = Nr$	
トラクション	クリープ力	なし
駆動力	$Ff < \text{後退力}$	
車両挙動	後退	

【図 6】

ヒルホールド、発進状態



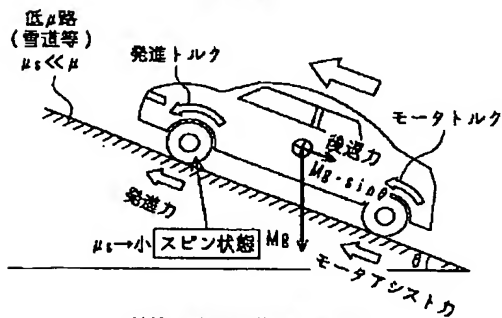
前輪+後輪駆動力 ≥ 後退力

	前輪	後輪
駆動状態	クリーブ	モータ駆動
ブレーキ	解除	解除
回転方向	0	0
回転数	0	0
トラクション	クリープ力	モータアシスト力
駆動力	$F_f + F_r = \text{後退力}$	
車両挙動	停止 (ヒルホールド)	

	前輪	後輪
駆動状態	発進トルク	モータ駆動
ブレーキ	解除	解除
回転方向	前進	
回転数	$N_f \approx N_r$	
トラクション	発進力	モータアシスト力
駆動力	$F_f + F_r > \text{後退力}$	
車両挙動	前進	

【図 8】

発進状態

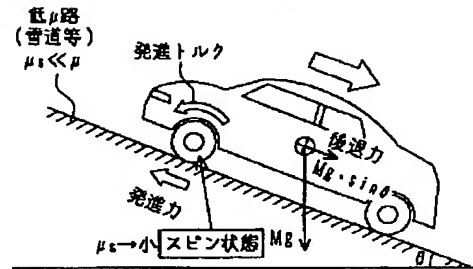


前輪+後輪駆動力 ≥ 後退力

	前輪	後輪
駆動状態	過大発進トルク (スピン状態)	モータ駆動
ブレーキ	解除	解除
回転方向	前進	前進
回転数	$N_f > N_r$	
トラクション	発進力 → 小	モータアシスト力
駆動力	$F_f + F_r > \text{後退力}$	
車両挙動	前進	

【図 7】

ロールバック状態

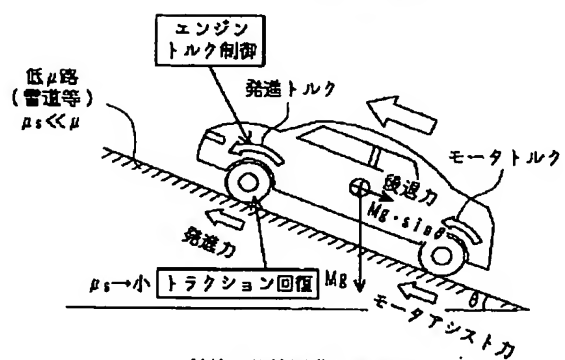


前輪駆動力 &lt; 後退力

	前輪	後輪
駆動状態	過大発進トルク (スピン状態)	なし
ブレーキ	解除	解除
回転方向	前進	後退
回転数	$N_f > N_r$	
トラクション	発進力 → 小	なし
駆動力	$F_f < \text{後退力}$	
車両挙動	後退	

【図 9】

エンジン、モータ協調状態



前輪+後輪駆動力 ≥ 後退力

	前輪	後輪
駆動状態	エンジン出力制御 (スピン抑制)	モータ駆動
ブレーキ	解除	解除
回転方向	前進	前進
回転数	$N_f \geq N_r$	
トラクション	発進力 → 大	モータアシスト力
駆動力	$F_f + F_r > \text{後退力}$	
車両挙動	前進	

フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
F 0 2 D 29/02	3 1 1	F 0 2 D 29/02	D
29/06		29/06	3 1 1 A
45/00	3 1 4	45/00	L
// B 6 0 K 6/02		B 6 0 K 9/00	3 1 4 M
			E
(72)発明者 増野 敬一		F ターム (参考)	3D039 AA01 AA02 AA04 AA05 AB27
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株			AC01 AC22 AC33 AD53
式会社日立製作所自動車機器グループ内			3D043 AA01 AA04 AB17 EA02 EA05
(72)発明者 前田 裕司			EA11 EA31 EA45 EE07 EE09
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株			EE18 EF09 EF12 EF14 EF21
式会社日立製作所自動車機器グループ内			EF24 EF27
(72)発明者 山本 立行			3G084 BA00 BA01 BA32 CA03 DA17
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株			DA24 EA11 EB12 EB16 EB22
式会社日立製作所自動車機器グループ内			FA03 FA04 FA06 FA10
(72)発明者 田島 進			3G093 AA03 AA07 AA16 BA01 BA04
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株			CB02 CB05 DB03 DB04 DB10
式会社日立製作所自動車機器グループ内			DB11 DB15 DB17 DB19 DB21
(72)発明者 清水 尚也			DB26 EA02 EA03 EB09 EC02
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株			5H115 PA08 PG04 PI16 PI29 PI30
式会社日立製作所自動車機器グループ内			PU04 PU06 PU22 PU25 QE01
(72)発明者 西館 圭介			QE04 QE14 QH06 QN03 QN06
茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株			RB08 RB20 SE08 SJ12 TB01
式会社日立製作所自動車機器グループ内			T001 T002 T004 T021 T030
			TU20 TZ02